

# 国立環境研究所

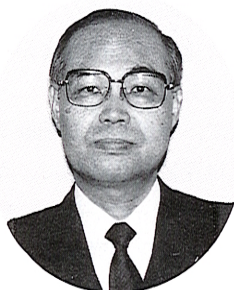
# 二五八

Vol. 9 No. 6

平成3年2月

## 国立環境研究所に望むこと

環境庁企画調整局長 渡 辺 修



わたなべ おさむ

昨年7月に国立公害研究所から国立環境研究所への改組が行われてすでに半年以上が過ぎました。この間、改組に伴い、様々な行事や研究室の移動など慌ただしい日々が続いたことと思いますが、年も改まり、ようやく落ち着きを取り戻しつつあるのではないのでしょうか。

来年度予算の政府案では、環境庁の予算は、約538億円、前年度に比べ8%強の増となりましたが、その中でも、国立環境研究所の予算は、はじめて50億円を超え、55億3千6百万円と前年度比23.8%増の大きな伸びを示しております。

特に、地球環境研究の分野については、地球環境研究センターにおけるスーパーコンピュータの導入、地球環境モニタリングの充実強化等、その一層の推進を図るための経費が大きく増加いたしました。改組に伴い新たに研究所の対象領域に加わった自然環境保全の分野については、自然環境保全総合データベースの作成、特別研究として湿原生態系の安定化維持機構の解明に関する研究が平成3年度新規に開始されることとなりました。

環境行政を進める上で、科学的知見は不可欠なものであります。高度な経済活動を営み地球環境の恵みを楽しんできた我が国は、環境保全のために世界的リーダーシップを発揮する必要があります。調査研究の分野で大きな貢献をすることが求められています。有害化学物質等による新たな環境汚染への対応や身近な自然の保全等地域レベルにおいても、環境問題は大きな広がりを見せております。

これらに的確に対処するためには、ますます研究の充実を図ることが必要です。国立環境研究所は、我が国の環境研究の中核となる機関であり、その責務は重く、また、その研究成果への期待は大きなものがあります。一新された体制の下、筑波の豊かな自然に恵まれた環境のもとでの、一層の研究の推進を願ってやみません。

## 磁場の生体影響研究の必要性

大阪大学名誉教授 中馬 一郎

我々は太古から自然界に存在する磁場(数10マイクロテスラ)の中で生存してきたが、近年になって超電導利用技術などの開発が進み、自然磁場とは比較にならないほど強い磁場を発生、使用することが可能となった。核融合用超電導磁石、超電導電力貯蔵装置、磁気浮上列車、核磁気共鳴装置などがその例である。そして、21世紀までに、人類は今までに経験したことのないような高磁場に曝露される機会が増加することは疑いない。一般人にとって関心のある磁気浮上列車では、客室内磁場が20ミリテスラ以下になるようにシールドされているといわれているが、医療用核磁気共鳴CT(磁気共鳴映像法MRI)では、被検者は2テスラ前後の高磁場に曝露されることになる。そして、MRIに用いられる磁場の強度は今後さらに高くなると予想される。

このような状況にもかかわらず、磁場の生体影響についての我々の知識は極めて乏しく、磁場曝露のリスク評価ないし的確な安全基準の設定ができない状態で、寒心に耐えない。以下、磁場の生体影響に関する研究の動向を簡単に紹介し、今後進むべき方向を提言したい。

電磁場の生体影響に関する研究は、1960年代から、アメリカとソ連を中心に急激に増加してきた。1986年までの研究はWHOのEnvironmental Health Criteria 69 "Magnetic Fields" 1987にまとめられている。我が国では、1981年に科学技術庁「磁場の生体及び環境に及ぼす影響についての研究推進連絡会」が設けられ、1984年からは文部省科学研究費特別研究「環境科学」で磁場の生体影響が取り上げられるようになった。現在、電場・磁場の生体影響の調査研究活動等を行っている政

府機関は、文部、厚生、郵政、労働、通産、及び科学技術の6省庁に達し、研究結果が発表されている主な学会は、環境科学会、電子情報通信学会、電気学会、日本ME学会、日本磁気共鳴医学会、日本原子力学会、日本保健物理学会など多岐にわたっている。しかし、残念なことに省庁間の連携はなく、異なった学会に所属する研究者間の交流も十分ではない。そこで提言の第一は、各省庁で行われている調査研究の横の連絡をする協議会の設立と、各学会ないし研究機関単位でなされている研究成果をデータベース化して各研究者が自由に利用できる組織づくりである。

次に研究の内容であるが、分子ないし細胞レベルを対象とした研究は、現在最も具体的で、かつ顕著な影響が見いだされているものが多く、結果の再現性も良好である。8テスラの直流定常磁場印加によるフィブリン線維の配向、傾斜直流磁場による常磁性赤血球(静脈血)の流れの偏向など、高磁場の生体影響を示唆する結果も得られている。

研究対象が組織レベルから個体レベルへと進むと、磁場の効果は次第に不透明となる。そこで、磁場の安全基準に関連した記事には必ず次のような注釈が付くことになる。①「磁場の生体影響については諸家の研究結果が一致しない」が、実用上は何か定めざるを得ないので、②「根拠不十分であるが、仮に次のように決める」けれども、③「将来、信頼できるデータが確立したら、より良い基準に変更する」。そこで、ヒトや中型動物を2テスラ以上の超高定磁場に曝露した研究はまだ行われていないことと、MRIの被検者に対する安全基準が静磁場では2.0テスラとされている現状

から、ほ乳動物についての超高定磁場長期曝露実験を第二の提言としたい。すなわち、ラットないしマウスの生涯に及ぶ毒性学的曝露実験及び継世代的影響の観察である。100匹程度の動物が長期間飼育できる最低5テスラの磁場空間を複数作り、2年以上の連続飼育を続けなければならないから、小型の研究所を一つ建設する程度のプロジェクトとなろう。

磁場の生体影響に関するデータの不一致は疫学調査において極点に達する。例えば最近注目されているWertheimerとLeeperの疫学調査(1979年)によると、アメリカ、コロラド州の高圧電線(高電流によって誘導された60Hz交流磁場を発生する)付近に住む子供たちでは白血病の発生率が2~3倍になっているという。この場合計算で求めた高圧電線による磁場の強さは1マイクロテスラ以下という微弱なものであったことから大きな論議を呼び、その後4つの追試が行われた。結果は

2対2、すなわち磁場曝露と白血病発症率増加とが相関するという結論となった研究が2、相関なしとする研究が2で決着はついていない。その間Wertheimerらはさらに研究を展開し、成人においても神経系及び子宮ガン、乳ガン、リンパ腫の発症率が高圧電線付近の住民で高くなっていることを報告し、その地域に居住してから7年目に増加率が最高になることから、磁場には発ガンのプロモータ作用があると示唆している。

この種の調査で最も困難なことは、各個人の被曝量の見積りである。この数値にあいまいさが残るために、曝露量—反応関係が明確でなく、データに説得力がなくなってしまう。幸い最近、安価な携帯型個人曝露量モニターが開発されたので、現在磁場に曝露されている各職場において、曝露量を正確に追跡した疫学調査を早急に開始することを最後の提言とする。

(ちゅうま いちろう)

#### プロジェクト研究の紹介

## 国立環境研究所におけるオゾン層に関する研究

中根 英昭

オゾン層破壊の問題は典型的な地球環境問題である。地球規模の空間的広がりを持った問題であり、かつ、問題が顕在化してからでは対策が間に合わないという特徴を持っているからである。

この問題は、理論的な予測によってはじめて人類の知るところとなった。そして、春になると南極上空のオゾン濃度が急減する「オゾンホール」という形で、再び私達に大きな衝撃を与えた。このオゾンホールという現象は、地上と人工衛星からの分光学的なオゾン観測によって発見されたのである。オゾン層破壊問題の歴史を振り返るとき、地球規模環境問題というものは、科学的な知見を抜きにしてはその存在を知ることすら不可能であ

り、科学的な手段抜きにはその現状を知ることすら不可能であるということを痛切に感ずる。

1989年には、西暦2000年にフロンを全廃するという国際的な合意ができた(ヘルシンキ宣言)。さて、オゾン層破壊の問題について研究する必要はもうなくなったのであろうか?—否である。

まず、2000年までに蓄積されたフロンがその後数10年の間にどの程度のオゾン層破壊をもたらすかがよく分かっていない。この原因の一つは、地球規模のオゾン層破壊に対してオゾンホールが大きく寄与すると考えられているにもかかわらず、その消長に関する将来予測が困難だからである。オゾンホール内のオゾン濃度の低い空気は、オゾ

ンホールの崩壊と共に地球全体に広がり、地球規模でオゾン濃度を低くする(希釈効果)。ところが、オゾンホールがどの程度発達するかは、フロン濃度だけではなく、極域の大気の流れに大きく依存している。気候変動が進行する中で、極域の大気の流れがどのように変化してゆくのか、それがどの程度オゾンホールを発達させ、地球規模でのオゾン層破壊をどこまで深刻にするのかという予測はなされていない。オゾン層の将来予測を、もう一段高度化しなければならない。

オゾン層将来予測の高度化のためには、実態を把握しモデル予測の検証を行うための観測技術の高度化と共に、現実の未解決の問題、例えば、北半球中高緯度におけるオゾンの減少速度がどうしてモデル予測よりも大きいのかという問題等を説明する必要がある。そのためには、オゾン及びオゾン破壊関連物質の観測と、衛星データや全球気象データの解析を組み合わせたオゾン層の動態把握が必要である。

また、未知のオゾン破壊反応の研究、既存のモデルに組み込まれていないエアロゾル表面反応のモデル化とオゾン層将来予測モデルへの組み込み、オゾンホールに関連した大気の流れのモデル化など、より高度なオゾン層将来予測モデルの確立に向けた個別研究を着実に進めることが重要である。

オゾン濃度及び地上紫外線量に関する将来予測ができたとしても、人体や生態系、さらには農林水産業等に対する影響の評価を行うことなしには、オゾン層破壊に効果的に対応することは不可能である。オゾン層破壊による紫外線の増加の程度は波長によって大きく異なり、生体組織の紫外線に対する感受性も波長によって大きく異なる。波長ごとの紫外線の影響を評価することや、自然光が共存するような条件において紫外線の影響を評価することが重要である。この点がオゾン層破壊に関連する紫外線影響の研究の特徴であるが、このような研究は始まったばかりである。

オゾン層保護対策には、ハードな部分とソフトな部分がある。フロン・ハロン等の規制ないしは

廃止→代替物質の開発という対応は、オゾン層保護対策の骨格であろう。しかし、骨格に血や肉が伴ってこそ、一人前の働き手となる。「血や肉」の一例は、代替物質やその分解生成物の環境影響に関する研究である。また、フロン回収のための社会システムや回収したフロンを安全に破壊する技術もその一つであるが、このようなシステムが有効に働くならば、フロン全廃の時期を早めたのと同じ効果が得られる。もし万一、既にある程度の紫外線の影響が避けられないのであれば、人体や生態系、農林水産業への影響を最小限にするための方策も必要となる。オゾン層破壊の将来予測の精度の向上のための研究と連携して、適切な対策研究を進めるならば、複雑な地球環境の変化の中で起こっているオゾン層の破壊に対しても、柔軟に対応することが可能になる。

国立環境研究所では、1988年度から、特別研究「成層圏オゾン層の変動とその環境影響に関する基礎的研究」を行ってきた。この基礎の上に、1990年度からは、新たにスタートした「地球環境研究総合推進費」の中で、他省庁の研究機関や大学等と協力してオゾン層破壊に関する研究を進めることになった。本研究所のオゾン層研究プロジェクトでは、先に述べたオゾン層破壊に関する研究に対する基本的な考え方を踏まえながら、これまでの研究の蓄積を生かして、オゾン層破壊に関連する地球環境研究総合推進費の7研究課題の内、次の6課題を他省庁の研究機関等と分担して研究を進めている。

- ・オゾン層の時間的・空間的変動の動態解明に関する研究
- ・新型レーザーレーダー計測技術の開発に関する研究
- ・成層圏オゾン層の物理的・化学的変動機構の解明とオゾン層変動の予測に関する研究
- ・紫外線の増加が人の健康に及ぼす影響に関する研究
- ・紫外線の増加が植物に及ぼす影響に関する研究
- ・フロン等代替物質の開発と環境影響評価に関する研究

このプロジェクトの一つの特徴は、本研究所に設置された大型施設の有効利用である。オゾンレーザーレーダーや大型(エアロゾル)レーザーレーダーによる観測、成層圏チャンバーによるオゾン層破壊反応のシミュレーション、大型計算機によるモデル予測、紫外線が発ガンや免疫機構に及ぼす影響の解明、紫外線が植物に及ぼす影響の解明などにおいて大型施設が活用されている。

地球環境研究総合推進費の発足によって、大学等との共同観測・共同研究など国内の研究協力体制はかなり充実してきた。今後、国際共同研究計画や国際ネットワーク観測計画との連携を強化して行きたい。

(なかね ひであき、地球環境研究グループ  
オゾン層研究チーム)

## 研究ノート

### 草食動物が植生に及ぼす影響

奥田 敏統

草食動物の生態系への影響として我々がまず思い浮かべるのは植物を“食べる”という行為である。そうして、この行為自体からは生態系の破壊者としてのネガティブなイメージしかわいてこない。確かに個々の植物にとってみれば採食されることは光合成器官である葉やそれを支える枝などを失うことであり、決して得になることではない。

ところで、草食動物も人間と同様、食べ物に対する好き嫌いがある。この植物に対するより好み(嗜好性)が実は生態系の動態を決める重要な要素となるのである。食べられにくい植物や食べられない植物は動物のおかげで、食べられる植物の勢力範囲を、たなぼた式に与えられる。その結果、動物に嫌われる植物の個体数が増加する。植物群落内には動物のこうした採食活動による恩恵を受けている植物が随分といる。シカがたくさん住んでいる奈良公園、宮島等で彼らが食べないアセビ、シキミ、シロダモなどが繁茂しているのはその一例である。

それでは、草食動物はどんなものを、どのくら



い食べているのだろうか? 草食動物の嗜好性を一般化することは、はなはだ困難であるが、概してシカ、ヒツジなどの大型ほ乳類は繊維質に富むものよりも、より柔らかな栄養価の高い草木を好むといわれる。また、毒のあるものはなぜか良く知っていて食さない。少しくらいのとげやにのみなら味さえ良ければ平気である(この点は実際に動物に聞いてみないと分からない)。どの程度の被食量が自然生態系の中で見込まれるのかという点に関して、我々が宮島の山火事跡地の初期回復過程でシカの採食量を推定したところ、全地上部現存量のうち約20~30%に達することが分かった。嗜好性の高い植物は被食というこれだけのハンディを負わされているわけである。このように自然生態系における植生変化を論ずる場合は野生草食動物の影響を考慮に入れておく必要がある。

今年度より環境庁の地球環境研究総合推進費による熱帯林生態系における野生生物種の種多様性に関する研究がスタートした。地球上の約半分の生物種が生息するといわれ、複雑に生物種間の関係が入り組んだ生態系の中で、そこに生息する野生動物達はどんな暮らし方をし、植生にどのような影響を与えてきたのであろうか? 研究テーマに対する嗜好性を高めるべく密林の世界に心をはせる今日このごろである。

(おくだ としのり、地球環境研究グループ  
野生生物保全研究チーム)

プロジェクト研究の紹介

## 富栄養化による内湾生態系への影響評価に関する研究

竹下 俊二

内湾の多くは大都市圏に隣接し、経済価値、環境価値を考慮した湾岸価値は計り知れないほど大きい。しかし、内湾では大都市圏が大きな汚濁源ともなり、流入する汚濁負荷が大きいうえに汚濁物質が蓄積しやすいため、他の水域に比較して環境基準の達成率は依然として低い状況にある。内湾は、構造的に外海水との交換・混合の物理的作用が抑制されるという、いわゆる閉鎖性の特徴を持つ。このため流入した有機物や窒素、リン等が累積し、富栄養化状態を呈している所が多い。しかし、富栄養化が進行し、藻類など水生生物が大量に増殖すると赤潮発生など漁業への被害が問題となってくる。一方、内湾海域は生物生産の最も著しい水域でもあり、諸漁業に活発に利用されている。富栄養化が生物生産の増大に寄与していることを評価すると、豊富な栄養塩類の存在は魚類の生育にとって不可欠な要素でもある。このため、生物生産の増大と海洋環境の保全が調和して確保されるには内湾海域はいかにあるべきかを明らかにすることが強く求められている。

内湾の複雑な海洋構造に起因した種々の汚濁物質の質的、量的変化とそれに伴う生態系への影響を明らかにするため、1986年度から特別研究「富栄養化による内湾生態系への影響評価に関する研究」が始まり、今年度が最終年度に当たる。ここでは、フィールド(現場)と室内における実験的研究について現在までに得られた成果の概要を紹介する。

海域の富栄養化が顕著に進み、実際に赤潮が発生するのはどのような条件であるかを明らかにするためには現場での詳細な観測データの収集が極めて重要である。当研究所では、1984年から毎年

夏期の1か月間播磨灘家島において化学的環境因子(窒素、リン、ケイ素、炭素、色素成分、金属類、pH及び溶存酸素等)、物理的環境因子(水温、塩分、光強度及び透明度)、微生物を中心とした生物相(植物プランクトン、動物プランクトン及びバクテリアの現存量と種組成)の現場観測を行っている。とりわけ、海水中に存在する物質のうち何が赤潮藻類(シャットネラ)の増殖速度を規定しているか、換言すると海水中の各物質はシャットネラの速やかな増殖を維持するのに十分な量が存在するかということを明らかにしなければならない。

一連の観測データの解析結果から、①表層海水の窒素やリンの濃度はシャットネラの速やかな増殖の維持には不足している、②栄養塩濃度が水深方向に急変する層(躍層)より深い所(下層)では、窒素やリンは十分量存在する、③シャットネラの増殖に必須なビタミンB<sub>12</sub>は上層及び下層とも十分に存在することなどが明らかになった。このことから現場の窒素やリンが赤潮の発生に重要なかわりを持つことが考えられ、フラスコレベルの室内実験を行って、増殖速度を測定し、その窒素やリン栄養塩濃度依存性を明らかにした。この結果、現場海水の窒素やリンの濃度を赤潮発生と関連付けて評価することも可能となった。

次に、赤潮発生年と非発生年の栄養塩濃度を比較すると、両者とも表層(0~5m)での栄養塩は枯渇しているが、発生年は非発生年に比べて浅い層(5~10m)まで高栄養塩の海水が存在していることが分かった。このことから、赤潮の発生にシャットネラの持つ鉛直移動の効果が重要な役割を果たしているのではないかと考えられた。そこで、海水マイクロゾム装置を用いた室内実験に

よってシャットネラが明暗に対して敏感に応答して鉛直移動を行うことを再現するとともに、鉛直運動のメカニズムを表す生物拡散モデルの妥当性を検証した。一方、これまでの現場観測と1986年から開始した現場実験(海洋メゾコズム装置)の結果から日周鉛直移動距離は7~8mであることが分かった。したがって、水深10mより浅い層に栄養塩躍層が存在するときはシャットネラは栄養塩の豊富な層に到達でき、そこで窒素やリンを摂取することで個体群を拡大することが可能となるが、躍層が深い位置に存在するときにはシャットネラは栄養塩の豊富な海水に触れることができず、赤潮を形成し得ない。このことから栄養塩躍層とこれを強く規制している水温躍層の位置(深さ)が赤潮発生の重要な因子であることが明らかになった。さらに、富栄養化の度合いを人為的に変えることによって藻類組成をけい藻類-べん毛藻類-シャットネラ赤潮のいずれへも遷移させ得ることが明らかになった。

こうして、赤潮発生機構に関する多くの部分が解明されたが、赤潮を形成する藻類の生活史はい

まだ不明である。現在、赤潮の発生は底泥中に存在する休眠胞子(シスト)の発芽によって開始されると考えられているが、今後はどれだけの量のシストがいつ、どのような刺激によって発芽するかを知ることが重要である。この課題が明らかにできれば、赤潮の発生予測も可能になってくるものと思われる。

内湾の有機汚濁には、陸域から流入する汚濁負荷のほかに同程度の湾内で生産される汚濁負荷があるとされており、今後はこの内部生産の評価と抑制が主要な研究テーマになると考えられる。我が国では、内湾域は今後ますます利用度が高まり、水質汚濁が及ぼす影響は漁業被害などの水界生態系破壊にとどまらない。悪臭の発生、景観の悪化、海水浴などレクリエーションへの利用障害など広範囲にわたる生活環境へのインパクトが問題となる。内湾海域の環境保全に当たっては、湾岸域価値に対する社会的、経済的な影響評価も含めた総合的なアプローチが必要と考えている。

(たけした しゅんじ, 地域環境研究グループ  
海域保全研究チーム総合研究官)

## 植物における活性酸素の 解毒とグルタチオン還元酵素 —遺伝子工学的アプローチ—

青野 光子

一般に、大気汚染ガス(特にオゾンや二酸化硫黄)や乾燥などの環境ストレス及び除草剤パラコートによる植物の傷害には、活性酸素<sup>1)</sup>が関与していると考えられている。一方、植物は活性酸素の解毒のために、グルタチオン還元酵素(GR)などの酵素や還元物質を持っている。これらは主に葉緑体に存在するが、GRは葉緑体外にも存在する。

タバコ品種Bel-W3は、オゾンに対し高い感受性を示す。これは、タバコの他の品種よりも、

GRの活性が低いためであることが示唆された。つまり、オゾンに対する植物の抵抗性には、GRが関与している可能性が大きい。したがって、遺伝子工学の技術により、タバコにGR遺伝子を導入して、細胞内のGRの量を変えることができれば、オゾンによる傷害とGRとの関係を確かめることができると考えられる。この研究は、オゾン耐性植物やオゾン指標植物を作出する上で重要である。さらに、この形質転換<sup>2)</sup>植物を用いて他の原因で発生する活性酸素による傷害とGRの関係も明らかにすることができる。

植物のGR遺伝子はまだ単離されていないので、大腸菌のGR遺伝子を入手した。まず、この遺伝子が植物体内で発現するように改変して、植物の遺伝子導入用ベクター<sup>3)</sup>に連結した(図1:ベクター1)。これを土壤細菌の一種であるアグロバクテリウムを介してタバコ品種SR1とBel-W3に導入した。その結果、大腸菌のGRタンパ

ク質を持つ形質転換タバコが得られた。この場合、大腸菌 GR タンパク質は葉緑体ではなく細胞質基質内に存在する。これらの形質転換タバコの GR 活性は、対照に比べて明らかに高くなっていった。また、形質転換タバコの子孫においても、導入した遺伝子が保持され発現していることを確認した。

核の遺伝子によって作られたタンパク質を葉緑体内に輸送するためには、トランジットペプチド(輸送用のアミノ酸配列)が必要である。そこで、タバコ葉の細胞質で合成された大腸菌 GR を葉緑体内に輸送するために、トランジットペプチドの遺伝子を DNA 合成装置で合成し、大腸菌 GR 遺伝子に連結した植物導入用ベクターを作成した(図 1:ベクター 2)。そして、このベクターを導入した形質転換タバコが得られた。免疫化学的解析から、形質転換タバコ内で大腸菌 GR が葉緑体内に輸送されていることが示唆された。また、これらの GR 活性が対照より高く、それは子孫においても同様であることも確認された。

これらベクター 1 とベクター 2 を導入した形質転換体(SR1)と対照の葉片を、除草剤のパラコートで処理した。パラコートは、光照射下で葉緑体に活性酸素を生成することにより毒性を示すことが知られている。実験の結果、形質転換体のパラコートに対する抵抗性が、対照よりも高いことが分かった(写真 1)。つまり大腸菌 GR が、植物細胞内で、パラコートによって生じた活性酸素の解毒に際し有効に働いていると考えられる。また、

大腸菌 GR を細胞質に持つ形質転換体(ベクター 1 を導入したもの)が葉緑体に GR が輸送されたもの(ベクター 2 を導入したもの)に劣らないパラコート耐性を示すという興味深い結果が得られた。

今後は、これらの形質転換体への大気汚染ガス暴露の影響などさらに解析を行っていく予定である。これによって、活性酸素の解毒と GR との関係が次第に明らかになることが期待される。

- 1) 活性酸素：スーパーオキシドアニオン( $\cdot\text{O}_2^-$ )、一重項酸素( $^1\text{O}_2$ )、ヒドロキシルラジカル( $\cdot\text{OH}$ )等の反応性に富む酸素分子種で、細胞に様々な傷害をもたらす。
- 2) 形質転換：外来 DNA を取り込むことによって、新しい形質(遺伝的な性質)を獲得すること。
- 3) ベクター：宿主(この場合はタバコ)に外来 DNA(この場合は大腸菌 GR 遺伝子)を運搬するための DNA。

1            2            3            4            5

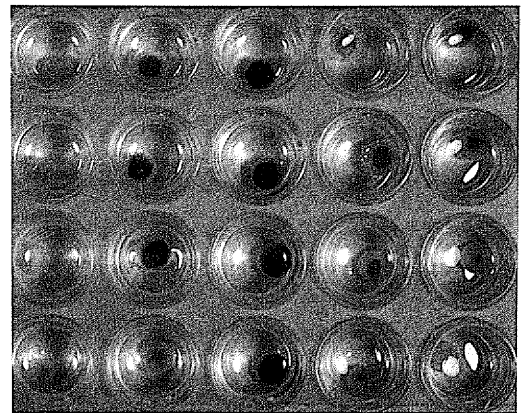


写真 1 光照射下、0.5µM のパラコート溶液中で 18.5 時間処理したタバコ葉片  
 1 ; 対照  
 2, 3 ; ベクター 1 を導入した形質転換体(細胞質中に大腸菌 GR を持つ)  
 4, 5 ; ベクター 2 を導入した形質転換体(葉緑体中に大腸菌 GR を持つ)

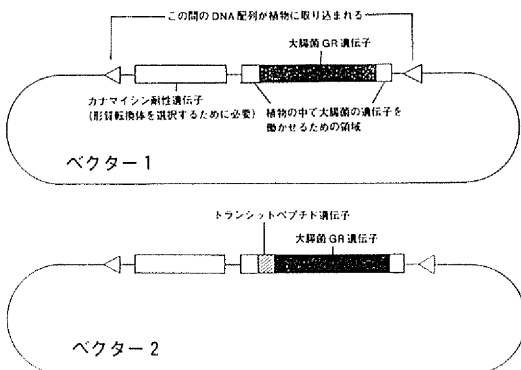


図 1 植物遺伝子導入用ベクターに連結した大腸菌 GR 遺伝子

(あおの みつこ,  
 生物圏環境部分子生物学研究室)



## 和紙にみる環境変動の記録

田中 敦

過去の環境の状態をとどめる試料として、湖沼堆積物を研究の対象としてきた。堆積物には環境に放出された種々の物質が蓄積されており、年代測定と化学分析とを合わせることで、人間活動に伴う環境変化の記録などの多くのことが読み取れる。それでは、過去の大気の状態を記録している媒体はないだろうかと考えた結果、和紙を試料として取り上げた。

和紙に使われる原料は古くからコウゾ、ミツマタ、ガンピの3種類にほぼ限定される。これらの原料を穏やかなアルカリ処理によってセルロース化し、漉き上げたものが和紙である。長い繊維が物理的に絡み合うことだけで紙を形づくっており、紙質を改良するための特別な添加物を含むことは少ない。そのため、漉き上がった初期の強度は洋紙に比べて小さいが、長期にわたる保存性があり、1,000年以上経過した紙も現存している。従来の手作業から、近年は機械化に移行しつつあるが、古くから受け継がれた伝統的な製法を守る和紙産地はまだ日本各地に残っている。

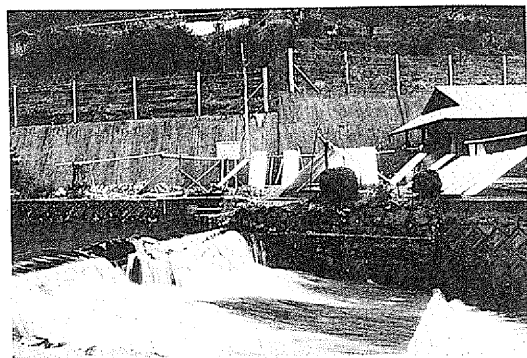
それでは、和紙からどんな情報が引き出せるだろうか。一般に植物が光合成によって二酸化炭素を固定する際、大気中の二酸化炭素の持つ炭素同位体比よりも2%ほど軽い、すなわち炭素-13の乏しい同位体組成になることが知られている。同様に、化石燃料中の炭素同位体比も現在の大气より軽いものとなっている。大気中の二酸化炭素の同位体変化が、植物体から作られた和紙中の炭素同位体組成として記録されていると予想できる。

このような想定のもと、コウゾでできた和紙を分析してみた。試料を燃焼して発生する二酸化炭素をガスクロマトグラフィーで分離し、複数の検

出器を持つ高精度安定同位体比質量分析装置で、質量数44、45、46を同時に測定する。質量数44と45は、それぞれ、炭素-12と13を測定するため、質量数46は、少量存在する酸素-18による二酸化炭素( $^{12}\text{C}^{16}\text{O}^{18}\text{O}$ )を補正するためのものである。酸素の安定同位体にはもう1つ酸素-17があり、その寄与も補正する必要がある。

現在のところ紙の年代測定法はないため、年代の推定できる試料として、古書の奥付部分を使用した。奥付に記された刊行年を原料の伐採年と推定し、現代の日本各地の生漉コウゾ紙とあわせて比較してみると、 $\delta^{13}\text{C}$ 値(PDBと呼ばれる標準試料の炭素-13/炭素-12比に対するずれを千分率で表したもの)が、過去300年間で約1.5%減少しており、その変化は19世紀に始まるが見いだされた。これは主として、産業革命以降の化石燃料消費量の急激な増加に伴う軽い二酸化炭素の放出によるものと説明できるが、日本の試料にしては屈曲点がやや早いようにも見受けられる。明治中期から洋紙の生産が盛んになり、純粋なコウゾ製の和紙が少なくなるという難点があるが、環境変動を記録する試料の一つとして新しく和紙が仲間入りできそうである。

(たなか あつし、  
化学環境部動態化学研究室)



板干し、川晒しなどの伝統的製法を守る和紙産地(京都府黒谷)

## 国立環境研究所平成3年度 予算案概要について

竹内 正

国立環境研究所の平成3年度予算案は、昨年7月、国立公害研究所から国立環境研究所へ改組し、新たな出発をした研究所としての研究活動の充実強化及び新規施策に対応したものとなった。

以下にこれらの主要点について紹介する。

- 1) 環境情報に関する経費については、これまでの大気や水質等の各種データベースの経費に加え、新たに、自然環境保全に関するデータベースの整備のための経費が認められた。
- 2) 特別研究に関しては、平成2年度には9課題の特別研究が行われており、内、2課題が平成2年度終了課題である。

これらの2課題については、これまでの成果をもとに、一層の研究成果を得ることとして、継続的更新が認められた。また、改組に伴い、自然環境保全に関する研究についても所掌することになり、自然環境保全に本格的に取り組むための課題

が認められた。以下にこれら3課題のテーマを示す。

- ・閉鎖性水域における水界生態系機構の解明及び保全に関する研究
- ・環境保全のためのバイオテクノロジーの活用とその環境影響評価に関する研究
- ・湿原の環境変化に伴う生物群集の変遷と生態系の安定化維持機構に関する研究

- 3) 地球環境研究センター(平成2年10月発足)に関する経費については、地球環境研究の集約化及び地球環境研究データベースの経費については平年度化され、また地球環境の観測・監視を目的とした地球環境モニタリング経費に関しては、本格的モニタリングの実施に向けた大幅な増額が認められた。さらに、地球環境の変化が生態系や人間活動等に与える影響の解析及び予測評価を行うためのスーパーコンピュータの導入経費が認められた。

なお、地球環境研究に関する経費については、環境庁企画調整局地球環境部が計上する地球環境研究総合推進費のうちから配分を受けて行うこととなっている。

(たけうち ただし、  
研究企画官)

### 機器紹介

## 大型電子計算機システムの 更改について

白井 邦彦

国立環境研究所環境情報システム(大型電子計算機システム)は、当研究所発足1年後の昭和50年3月に導入された。その後、二度にわたる大幅

なシステム更改を経て、平成2年12月に三度目の更改が行われ、同月25日に新たなシステムとして稼働を開始した。

システムの設計に当たっては、利用者がこれまでに作成・蓄積してきたソフト及びデータ等を比較的簡単に移行し、継続して使用できることに留意して、前システムと同一のメーカーである(株)日立製作所製の中央処理装置(HITAC M-680/180E)が採用された。これは、現在導入可能な同社の機種のうち、最新型の1つである。

新システムは、前システムに比べて総合処理能

研究ノート

## 澗沼川における 栄養塩流出負荷特性

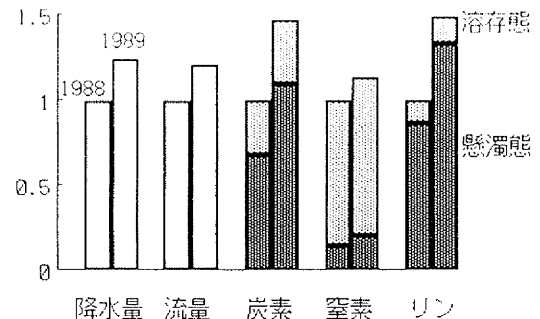
井上 隆信

湖沼や内湾等の富栄養化で問題となる栄養塩は、大部分が河川を通じて閉鎖性水域に流入しているため、その負荷特性を定量的に把握しておくことは富栄養化防止対策を講ずるうえで重要となる。そこで、河川から閉鎖性水域への流出負荷特性や河床付着生物膜の働きによる河川流下過程での水質変化等を明らかにすることを目的として、現地調査を中心とする研究を進めている。調査は、茨城県中央部を流れている、流域に山地や農耕地が多く都市排水の流入の少ない澗沼川を対象として、週に一度の定期調査、季節ごとの2週間程度の毎日調査、及び降雨時調査等を行っている。

ここでは、1988年と1989年の週に一度の調査結果を基に年降水量と年流量並びに年流出負荷量との関係や流出物質の溶存態と懸濁態の比率について紹介する。図には1988年を1として、1989年の比率及び溶存態と懸濁態の比率について示した。1989年は降水量が多く前年の1.2倍となり、これに伴って年流量も1.2倍となった。降雨時流出では、濁水となり懸濁態成分の濃度が高くなるため、

懸濁態の負荷量は、流量の増加以上に増加することとなる。このため、1989年と1988年を比べると、溶存態の比率の高い窒素は1.1倍であったのに対して、懸濁態の比率の高い炭素とリンは1.5倍にもなった。また、炭素、窒素及びリンとも、全量に対する懸濁態の比率は1989年が1988年より高くなった。

澗沼川では、リンは90%程度が懸濁態として流出している。市街地河川では溶存態の比率が高くなり、例えば澗沼川の近くの山王川では懸濁態の比率は39%であった。しかし、窒素と比べるとリンは懸濁態の比率が高くなっている。今後は、この懸濁態リンの存在形態や閉鎖性水域に流入後の挙動の解明等、懸濁態に着目した研究を行ってみたいと考えている。



澗沼川における年降水量・年流量・年負荷量  
(1988年をそれぞれ1として比率で示す)

(いのうえ たかのぶ、  
水土壤圏環境部水環境工学研究室)

力が2~3倍(主記憶容量は約5倍)に強化されたため、当研究所のように多数の利用者が同時にシステムを利用する場合にも、演算処理速度の短縮のほか、端末装置等の応答反応時間の遅延がかなり解消されるなど、より効率的な利用が可能となっている。また、大量データの保管及び利用等を簡便に行うため、カートリッジ型磁気テープ装置及び光ディスクライブラリ装置等の周辺装置が新たに導入され、さらに、磁気ディスク容量が約3倍に増強されたことも、システムの大きな改良点である。その他、プリンタの改善、端末装置の

増強を始め、所内LAN(ローカルエリアネットワーク)との接続が可能となるなど、将来的な利用の増大や利用形態の変化にも対応できるよう配慮がなされている。

ソフトウェアについては、前述した既存ソフト等を継続して利用できるように加えて、メーカー提供ソフトの全面的な見直しが行われ、継続して導入するものも最新の版とするなど、利用ニーズに合った整備が図られている。

(しらい くにひこ、  
環境情報センター情報管理室)

5月末につくばを発ち、米国イリノイ州シカゴで海外生活を始めて8か月余りになります。シカゴは五大湖の一つのミシガン湖の南西岸に位置するアメリカ第3番目の大都市です。筑波研究学園都市とは異なり、電車とバスを乗り継いでダウンタウンの高層ビル群を眺めながらの

通勤です。冬は寒さが厳しいシカゴですが、今年は例年よりも暖冬で12月中旬までに一度雪が降っただけで、それもすぐに溶けてしまいました。

イリノイ州立大学シカゴ校公衆衛生学部環境科学科のワーデン教授のもとで、主にシカゴとその周辺の大气汚染解析に関する研究を行っています。ワーデン教授とは昭和58年から共同研究を続けています(この間にワーデン教授はつくばに半年ずつ2回滞在しています)。研究自体は日本での研究の延長で、非常によく整備された大型計算機のお世話になっています。

シカゴは『The Windy City』がニックネームになっています。この言葉のように風の強い

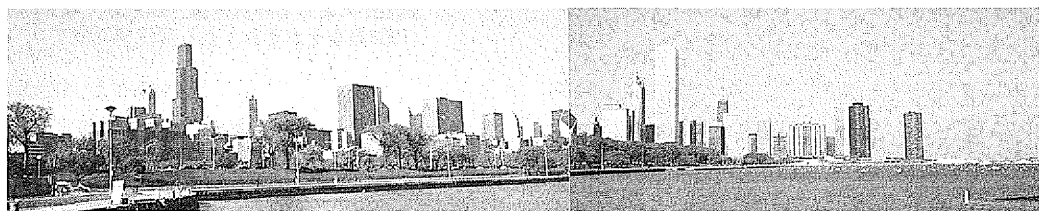
日が多いようです。このような気象にはミシガン湖が大きな影響を持っています。湖は北海道の3/4程度の広さを持つ非常に冷たく巨大な淡水湖です。Windy Cityであれば、大気汚染物質は吹き払われて濃度は低そうですが、高濃度の大気汚染は日本と同様に風の弱い時に発現

しています。特に、海陸風と類似した湖陸風による大気汚染質の循環が高濃度の発現に重要な役割を持つことが明らかにされています。さらには、このような汚染はイリノ

イ州北隣のウイスコンシン州へまで輸送され、高濃度のオゾン汚染をもたらしています。このような汚染質の輸送・変質機構は日本で長年観測してきたものと共通で、国が違っても大気汚染の基本的な問題点は共通であることを改めて認識しながら研究を進める毎日が続いています。

(うの いつし、地域環境研究グループ  
都市大気保全研究チーム)

“海外からのたより”  
**Chicago, the Windy City**  
鵜野 伊津志



### 編集後記

昨年は、国際的に激動の年となった。米ソ間の冷戦構造が終わり、統一ドイツの誕生に見られるように新しい時代を迎えた。一方、イラクのクウェート侵攻、バルト三国の独立の問題など新たな紛争が生じている。

今年は、湾岸戦争で幕が開いた感がある。連日、マスコミにより戦況報告とともに戦争による環境破壊の問題が大きく取り上げられている。とりわけ原油流出による海洋汚染は、生態系への重

大な影響が懸念される場所である。近年の国際的な地球環境保全への関心の高まりの中で、戦争による環境破壊が進んでいることは、誠に残念でならない。早期解決を祈りたい。

昨年末環境庁長官に就任された愛知大臣が、去る1月22日に当研究所を訪問された。限られた時間の中ではあったが、精神的に研究状況を視察されるとともに所員を激励された。渡辺企画調整局長の巻頭言にもあるように、新組織が整い、今年はまさに研究の成果が問われる年となることであろう。(Y.N)